

**ANALISIS INDEKS KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN  
PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA  
SECARA MULTI TEMPORAL**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

**Oleh:**

**M. Najib Arung P.R.B**

**E100191006**

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI  
FAKULTAS GEOGRAFI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS INDEKS KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN  
PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA  
SECARA MULTI TEMPORAL**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**M. Najib Arung P.R.B**

**E100191006**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



**Aditya Saputra, Ph.D.**

**NIDN 0618018702**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS INDEKS KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA SECARA MULTI TEMPORAL

OLEH:

M. NAJIB ARUNG P.R.B

E100191006

Telah dipertahankan oleh di depan Dewan Penguji

Fakultas Geografi

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada Hari Jumat, 18 Desember 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Aditya Saputra, Ph.D.  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dra. Alif Noor Anna, M.Si.  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Jumadi. S.Si., M.Sc., Ph.D.  
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)



Dekan,  
Drs. Iuli Priyana, M.Si.  
IDN. 0620076301

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 31-November-2020

Penulis



**M. Najib Arung P.R.B**

**E100191006**

# **ANALISIS INDEKS KEKRITISAN LINGKUNGAN DENGAN PERMUKIMAN KUMUH DI KOTA YOGYAKARTA DAN SEKITARNYA SECARA MULTI TEMPORAL**

## **Abstrak**

Kota Yogyakarta merupakan Ibukota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jumlah penduduk 427.498 dan kepadatan penduduk 13.154 jiwa/km<sup>2</sup>. Data dari Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta menunjukkan bahwa penduduk Kota Yogyakarta bertambah 5,5% dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Hal tersebut membuat ketersediaan akan ruang dan tempat tinggal mengikuti pertumbuhan orang-orang yang tinggal di dalamnya. Semakin bertambahnya tutupan lahan terbangun dan berkurangnya indeks vegetasi dapat memicu terjadinya kekritisian lingkungan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengolahan data sekunder. Analisis mengenai indeks kekritisian lingkungan diperoleh dari transformasi *Enviromental Criticality Index* (ECI) yang diolah dari data citra penginderaan jauh. Transformasi ECI didapatkan dari hasil perbandingan antara nilai suhu permukaan lahan dengan nilai indeks vegetasi yang menunjukkan tingkat kekritisian lingkungan pada suatu area. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan, maka semakin tinggi kekritisian lingkungan di area tersebut. Permukiman kumuh dapat diidentifikasi berdasarkan parameter-parameter fisik yang berkaitan dengan parameter ECI. Hubungan antara ECI dan keberadaan permukiman kumuh dapat diketahui menggunakan analisis korelasi regresi linear sederhana.

Terdapat 4 kelas klasifikasi ECI, yaitu tidak kritis, rendah, sedang, dan tinggi. Kelas tidak kritis ditentukan dengan nilai dibawah nilai rata-rata indeks ECI. Persebaran indeks kekritisian lingkungan di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya mengalami peningkatan yang dilihat dari tahun 2014 dan 2019. Area yang tergolong lingkungan kritis meningkat dari 40% menjadi 42%. Persebaran klasifikasi indeks kekritisian lingkungan mengikuti pola pertumbuhan Kota Yogyakarta. Bagian Utara mengalami dampak pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan Bagian Selatan. Rasio keberadaan permukiman kumuh terhadap lingkungan kritis adalah sebesar 97%. Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan hubungan keduanya tergolong erat dengan kondisi ECI dapat dijelaskan sebesar 57 – 59 % oleh keberadaan permukiman kumuh.

***Kata Kunci: Permukiman Kumuh, Suhu Permukaan Lahan, Indeks Kekritisian Lingkungan, Penginderaan Jauh***

## **Abstract**

*Yogyakarta is the capital city of the Special Region of Yogyakarta with a population of 427,498 and a population density of 13,154 people / km<sup>2</sup>.*

*Yogyakarta City Statistics Agency shows that the population of Yogyakarta has increased by 5.5% in the last 5 years. This makes the availability of space and shelter to follow the growth of the people who live in it. Increasingly constructed land cover and reduced vegetation index can trigger environmental criticality.*

*The method used in this research is secondary data processing. Analysis of the environmental criticality index is obtained from the transformation of the Environmental Criticality Index (ECI) which is processed from remote sensing data. The ECI transformation is obtained from the comparison between land surface temperature and vegetation index which shows the level of environmental criticality in an area. The higher the value generated, the higher the environmental criticality in the area. Slum area can be identified based on physical parameters related to ECI parameters. The relationship between ECI and the existence of slum area can be determined using simple linear regression correlation analysis.*

*There are 4 classes of ECI classifications, namely non-critical, low, medium, and high. The non-critical class is determined by a value that below the ECI index average value. The distribution of the environmental criticality index Yogyakarta and its surroundings has increased as seen from 2014 and 2019. Areas classified as critical environments have increased from 40% to 42%. The distribution of environmental criticality index classification is linear as the growth pattern of Yogyakarta. North Yogyakarta is experiencing a more rapid growth impact than South Yogyakarta. The ratio of the existence of slum area to critical environments is 97%. The results of simple linear regression analysis show that the relationship between these two is closely related to the ECI condition which can be explained by 57 - 59% by the presence of slum area.*

***Keywords: Slum Area, Land Surface Temperature, Environmental Critical Index, Remote Sensing***

## **1. PENDAHULUAN**

Kota Yogyakarta merupakan Ibukota Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jumlah penduduk 427.498 jiwa dan kepadatan penduduk 13.154 jiwa/km<sup>2</sup>. Berdasarkan perhitungan Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta pertumbuhan penduduk Kota Yogyakarta adalah 5,5% dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Kepadatan penduduk yang begitu besar ini mengakibatkan daerah-daerah yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta terkena dampak urbanisasi, seperti Kabupaten Bantul dan Sleman. Permasalahan umum yang dialami daerah perkotaan adalah terus meningkatnya jumlah penduduk, sama halnya seperti Kota Yogyakarta.

Kondisi sedemikian rupa membuat Kota Yogyakarta menjadi *Central Business* dengan daerah permukiman dan penglaju berada di sekitarnya sehingga pembangunan lahan terbangun terjadi secara besar-besaran. Pembangunan lahan terbangun secara terus menerus menimbulkan kekritisian lingkungan akibat ketidakseimbangan antara fungsi lahan dengan kondisi eksistingnya. Luas area Kota Yogyakarta tidak bertambah, sedangkan jumlah penduduk dan kebutuhan lahan terbangun semakin meningkat. Tidak hanya Kota Yogyakarta saja, permasalahan umum yang dialami daerah perkotaan saat lahan yang tersedia sudah mencapai batasnya adalah munculnya permukiman kumuh atau *slum area*.

Berdasarkan data dari BAPPEDA Kota Yogyakarta, permukiman kumuh tersebar di 36 kelurahan dengan luas 264,89 Ha. Permukiman kumuh secara fisik dicirikan dengan kepadatan bangunan yang tinggi dan kualitas konstruksi bangunan yang rendah. Studi sebelumnya mengenai kekritisian lingkungan sudah banyak dibahas dengan membandingkan nilai suhu permukaan dengan nilai indeks vegetasi. Indeks kekritisian lingkungan dengan transformasi ECI (*Enviromental Criticality Index*) diperoleh berdasarkan suhu permukaan dan indeks vegetasi. Area yang memiliki suhu permukaan tinggi umumnya memiliki tutupan tajuk vegetasi yang rendah dan kepadatan lahan terbangun yang tinggi sehingga nilai indeks kekritisian lingkungannya tinggi.

Data penginderaan jauh berupa citra satelit saat ini sudah banyak digunakan untuk berbagai macam kajian yang berhubungan dengan objek yang ada di permukaan maupun dalam bumi. Radiasi bumi yang dilepaskan berupa gelombang elektromagnetik dapat direkam oleh sensor termal pada satelit penginderaan jauh sehingga dapat memberikan informasi mengenai indeks kekritisian lingkungan (*ECI*) berdasarkan suhu permukaan. Uraian tersebut mendasari penulis untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Indeks Kekritisian Lingkungan Dengan Permukiman Kumuh di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Secara Multi Temporal**”. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi untuk kajian lebih lanjut mengenai lingkungan hidup pada area perkotaan.

## 2. METODE

Analisis mengenai indeks kekritisian lingkungan diperoleh dari transformasi *Enviromental Criticality Index* atau ECI yang diolah dari data citra penginderaan jauh. Data citra penginderaan jauh yang digunakan yaitu citra Landsat 8 OLI dan TIRS dari tahun 2014 dan 2019 dengan wilayah perekaman Provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta *path 120 row 65*. Citra Landsat 8 yang diunduh ialah citra level 1T yang sudah terkoreksi geometrik. Pemilihan waktu perekaman disesuaikan dengan kondisi atmosfer permukaan bumi dimana untuk mengidentifikasi indeks kekritisian lahan berdasarkan suhu permukaan lahan memerlukan area yang sebisa mungkin tidak tertutup awan.

Perhitungan ECI didapatkan dari perbandingan antara nilai suhu permukaan lahan dan nilai indeks vegetasi. Citra Landsat 8 dilakukan koreksi radiometrik agar bisa diolah menjadi nilai indeks vegetasi NDVI dan suhu permukaan lahan. Nilai *Land Surface Temperature* (LST) diperoleh dari LSE dan BT berdasarkan hasil sebelumnya. Metode yang digunakan untuk menghitung LST adalah *Split Window Algorithm* yang menggunakan nilai *brightness temperature* dari kedua saluran termal, rata-rata LSE, dan selisih LSE yang dicetuskan oleh Sobrino pada tahun 1996 dan tahun 2008 oleh Jiménez-Muñoz & Sabrino (Rajeshwari & Mani, 2014).

$$\text{LST} = (\text{TB}_{10} + \text{C}_1(\text{TB}_{10} - \text{TB}_{11}) + \text{C}_2(\text{TB}_{10} - \text{TB}_{11})^2 + \text{C}_0 + (\text{C}_3 + \text{C}_4\text{W}) (1 - \text{m}) + (\text{C}_5 + \text{C}_6\text{W}) \Delta\epsilon) - 273,15 \dots \dots \dots (12)$$

Dimana:

- LST : *Land Surface Tempereture (C)*
- $\text{C}_0 - \text{C}_6$  : *Split Window Coefficient*
- $\text{TB}_{10}$  : Nilai *brightness temperature band 10* yang diperoleh sebelumnya
- $\text{TB}_{11}$  : Nilai *brightness temperature band 11* yang diperoleh sebelumnya
- m : Nilai rata-rata LSE (*Mean of LSE*)
- W : *Atmospheric Water Vapour Content* = 0,0013 (Latif, 2013)
- $\Delta\epsilon$  : Selisih nilai LSE *band 10* dan LSE *band 11*



**Tabel 1.** *Split Window Coefficient*

Konstanta	Nilai
C0	-0,268
C1	1,378
C2	0,183
C3	54,300
C4	-2,238
C5	-129,200
C6	16,400

(**Sumber:** Rajeshwari dan Mani, 2014)

Perbandingan antara nilai suhu permukaan lahan dengan nilai indeks vegetasi menunjukkan tingkat kekritisan lahan pada suatu area. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan, maka semakin tinggi kekritisan lahan di area tersebut. Kedua nilai piksel antara LST dan NDVI harus disamakan terlebih dahulu dengan cara *stretching* ke nilai 1 – 255. Formula ECI dapat dijabarkan sebagai berikut (*Senanayake et al, 2013*).

$$ECI = \frac{LST \text{ (stretch 1-255)}}{NDVI \text{ (stretch 1-255)}} \dots\dots\dots(13)$$

Kelas kekritisan lahan dibagi menjadi 4 kelas, yaitu non kritis, rendah, sedang, dan tinggi. Nilai rata-rata dari ECI pada area kajian digunakan sebagai *threshold* atau batas untuk area yang termasuk dalam kategori non kritis. Kelas lainnya dikategorikan sebagai area yang mengalami kekritisan lingkungan dengan tiga tingkatan yang dibagi menggunakan *quantile classification method* pada ArcGIS.

Identifikasi permukiman kumuh dilakukan dengan interpretasi visual kenampakan fisik yang dapat dilihat melalui citra. Data permukiman kumuh yang digunakan dalam penelitian ini adalah tahun 2015 yang bersumber dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta dan tahun 2019 melalui pembaruan data sebelumnya dengan interpretasi visual *Google Earth*. Data pada tahun 2015 tersebut digunakan sebagai acuan dalam melakukan interpretasi yang sudah terbagi menjadi blok-blok permukiman kumuh. Data tersebut kemudian diinterpretasi ulang dengan menggunakan parameter fisik yang bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum Perumahan

dan Dinas Energi Sumber Daya Mineral untuk dilihat bagaimana perkembangannya di tahun 2019.

Untuk mengetahui sejauh mana hubungan indeks kekritisian lingkungan dengan persebaran permukiman kumuh, maka dapat dilakukan dengan analisis korelasi regresi linear. Analisis ini digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan dan tingkat keeratan antara dua variabel. Permukiman kumuh yang memiliki ciri fisik tingkat kepadatan tinggi memiliki hubungan dengan parameter suhu permukaan lahan. Sementara itu rendahnya kualitas lingkungan pada permukiman kumuh memiliki keterkaitan dengan indeks kekritisian lingkungan. Keeratan hubungan antara keduanya ditentukan berdasarkan persentase persebaran permukiman kumuh yang termasuk ke dalam indeks kekritisian lingkungan dan nilai *R square*.

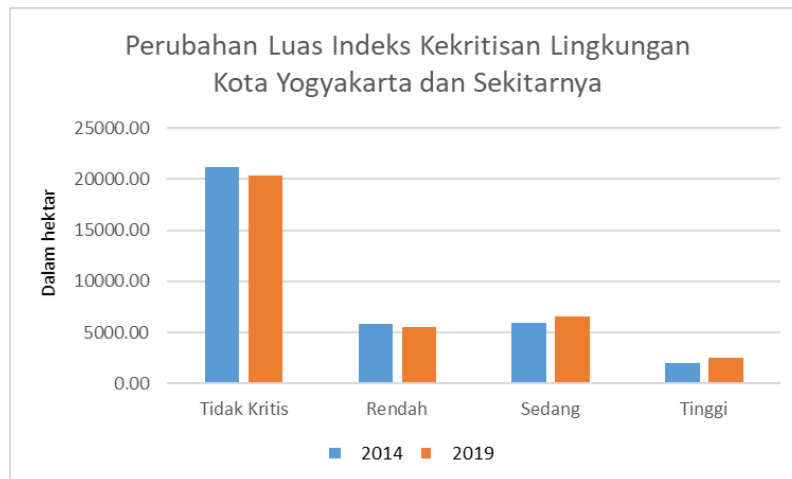
### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Transformasi *Enviromental Criticality Index* menunjukkan indeks kekritisian lingkungan pada suatu wilayah berupa nilai piksel yang diturunkan dari perbandingan antara nilai suhu permukaan dengan indeks vegetasi. Nilai yang dihasilkan berkisar antara 0 – 19, tergantung dari kondisi citra. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah nilai ECI Kota Yogyakarta dan Sekitarnya pada perekaman tahun 2014 berkisar dari 0 – 12,512 dan pada tahun 2019 berkisar dari 0 – 19,842.

Klasifikasi ECI yang digunakan adalah 4 kelas, yaitu non kritis, rendah, sedang, dan tinggi. Kelas non kritis ditentukan berdasarkan nilai rata-rata hasil transformasi ECI. Nilai piksel yang berada di bawah nilai rata-rata adalah area dengan kondisi lingkungan non kritis (Sanayake, 2013). Data statistik menunjukkan bahwa perekaman tahun 2014 memiliki nilai rata-rata 1,016, sedangkan tahun 2019 memiliki nilai rata-rata 0,923. Terdapat sedikit perbedaan di antara keduanya, yaitu hanya sebesar 0,093.

Hasil klasifikasi dan perhitungan luas setiap kelas menunjukkan bahwa adanya peningkatan indeks kekritisian lingkungan dari tahun 2014 ke 2019. Area non kritis pada tahun 2014 adalah 21.158,94 ha dan pada tahun 2019 menjadi 20.334,59 ha. Area dengan kelas rendah pada tahun 2014 adalah 5.815,72 ha dan pada tahun 2019 menjadi 5.476,30 ha. Luas area pada kelas sedang adalah 5.916,17 ha tahun 2014 dan 6.537,53 ha tahun 2019. Luas area pada kelas tinggi adalah 2.014,99 ha tahun 2014 dan 2.557,69 ha tahun 2019. Berdasarkan data tersebut, kelas non kritis dan rendah

mengalami penurunan luas area, sedangkan kelas sedang dan tinggi mengalami peningkatan. Perubahan luas kedua perekaman citra tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.

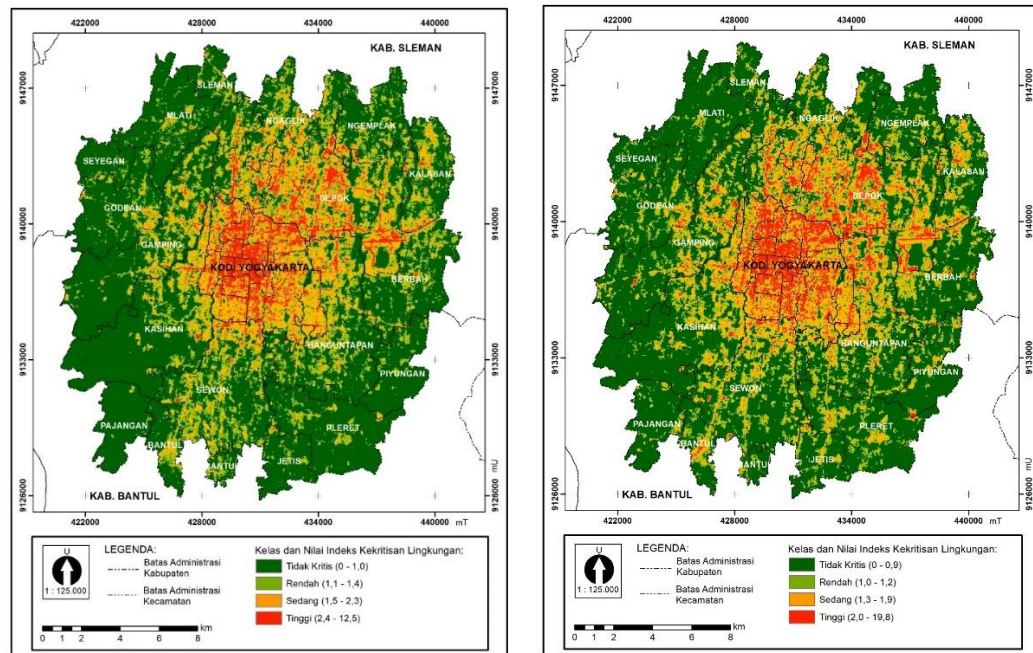


**Gambar 1.** Grafik Perbandingan Indeks Kekritisn Lingkungan

Persebaran indeks kekritisn lingkungan mengikuti pola suhu permukaan lahan dan vegetasi. Area dengan nilai indeks kekritisn tinggi berada di pusat kota yang memiliki kelas suhu tinggi – sangat tinggi dan indeks vegetasi rendah – sangat rendah. Area pusat kota merupakan wilayah dengan aktivitas masyarakat yang padat. Hampir sebagian besar tutupan lahan terbangun dan objek lain yang diperkeras berada di pusat kota. Kondisi ini mengakibatkan suhu permukaan menjadi lebih panas dibanding area lainnya. Dengan tingginya suhu permukaan dan rendahnya indeks vegetasi, maka nilai indeks kekritisn lingkungan juga semakin meningkat. Kelas yang sama juga ditemukan mengikuti jalan raya yang keluar dari pusat kota. Hal ini dikarenakan objek penyusunnya yang sebagian besar hanya terdiri dari aspal dan lahan terbangun dengan tutupan vegetasi yang rendah.

Indeks kekritisn sedang ditemui berada menyebar di pusat kota dan area rural yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta. Area dengan kelas kekritisn sedang memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan kelas kekritisn tinggi. Area ini masih memiliki tutupan lahan terbangun, tetapi tidak sepadat pusat kota. Dengan begitu masih terdapat ruang kosong yang dapat menurunkan nilai suhu permukaan lahan. Kelas indeks kekritisn rendah memiliki pola persebaran yang

merata, yaitu pada pusat kota, perbatasan, dan area rural. Area ini memiliki tutupan vegetasi yang baik dengan jarak setiap lahan terbangun atau objek berbahan dasar tanah tidak terlalu padat. Kelas tidak kritis berada di area pinggiran yang jaraknya paling jauh dari pusat kota. Area ini didominasi oleh tutupan vegetasi yang tinggi, sehingga nilai suhu permukaannya rendah dan nilai indeks vegetasinya tinggi.



**Gambar 2.** Peta Indeks Kekritisn Lingkungan Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 2014 (Kiri) dan 2019 (Kanan)

Permukiman kumuh memiliki ciri fisik bangunan yang padat, terbatasnya ruang terbuka dan akses jalan yang sempit. Ruang kosong yang terbatas disebabkan oleh jarak antar permukiman yang sempit dan padat. Karakteristik tersebut merupakan parameter dari transformasi ECI untuk menentukan indeks kekritisn lingkungan dalam suatu wilayah. Semakin tinggi tingkat kepadatan bangunan dan semakin rendah ketersediaan vegetasi, maka semakin tinggi nilai ECI yang dihasilkan.

Data permukiman kumuh yang digunakan bersumber dari Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah Kota Yogyakarta tahun 2015. Pembaruan data permukiman kumuh dilakukan menggunakan citra resousi tinggi dengan 5 parameter yang sama. Lima parameter yang digunakan, yaitu kesesuaian tata ruang, kepadatan bangunan, jarak antar bangunan, *building coverage*, dan kondisi jalan lingkungan. Parameter-

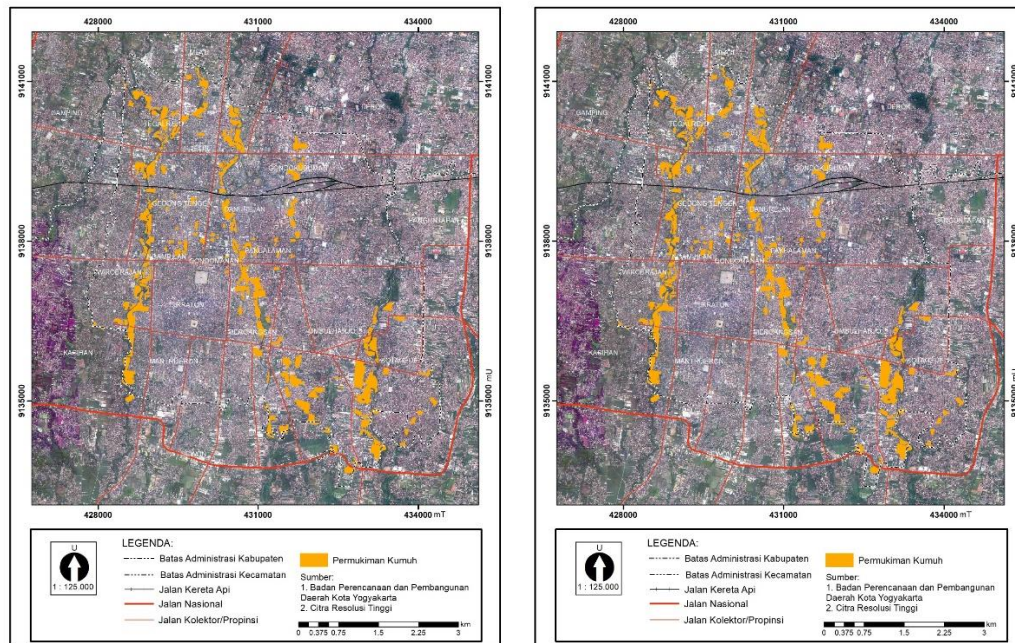
parameter tersebut dapat diinterpretasi melalui citra resolusi tinggi. Parameter lainnya yang tidak dapat diinterpretasi melalui citra resolusi tinggi, yaitu kondisi bangunan permanen, kondisi drainase, kondisi persampahan, dan kondisi air limbah.

Persebaran permukiman kumuh di Kota Yogyakarta melingkupi hampir semua kecamatan, kecuali Kecamatan Kraton. Persebaran permukiman kumuh paling banyak berada di Kecamatan Umbulharjo dengan luas 72 ha, sedangkan paling sedikit berada di Kecamatan Danurejan dengan luasan 7 ha. Hasil overlay antara permukiman kumuh dengan citra resolusi tinggi menunjukkan sebagian besar persebarannya berada di sepanjang sungai. Berdasarkan hasil pengolahan data terdapat sedikit perubahan luasan area dari 262,77 ha menjadi 264,399 ha. Perubahan luasan tiap kecamatan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Perbandingan Luas Permukiman Kumuh

No	Kecamatan	Luas (Ha)	
		2015	2019
1	Danurejan	7.121	7.121
2	Gedong Tengen	6.616	7.243
3	Gondokusuman	18.669	19.614
4	Gondomanan	12.301	13.514
5	Jetis	20.646	20.851
6	Kotagede	20.078	19.638
7	Mantrijeron	20.645	20.645
8	Mergangsan	15.915	16.862
9	Ngampilan	13.538	13.511
10	Pakualaman	7.576	7.508
11	Tegalrejo	36.423	35.406
12	Umbulharjo	72.717	72.315
13	Wirobrajan	10.525	10.170
Total		262.770	264.399

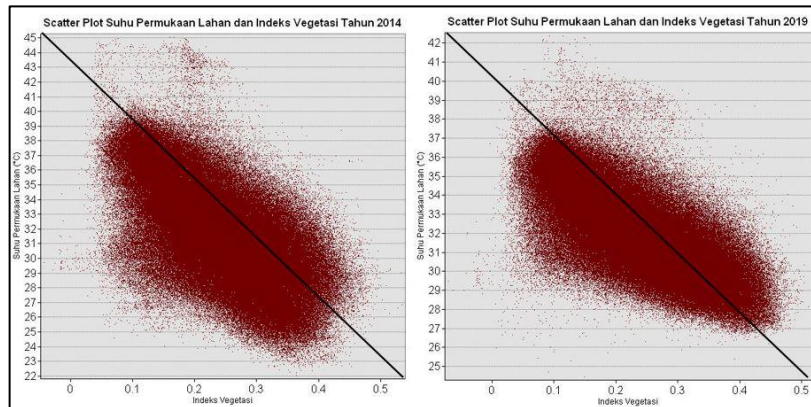
Data tersebut menunjukkan hanya terdapat 1,629 ha penambahan permukiman kumuh hasil *updating* data tahun 2015 dengan menggunakan citra resolusi tinggi tahun 2019. Pembaruan yang dilakukan adalah dengan melakukan digitasi berdasarkan blok data permukiman kumuh sebelumnya kemudian ditampalkan dengan CSRT dan parameter yang digunakan. Gambar 4 menunjukkan poligon permukiman kumuh pada tahun 2015, sedangkan pada citra terlihat bahwa lahan terbangun bagian barat mengalami penambahan.



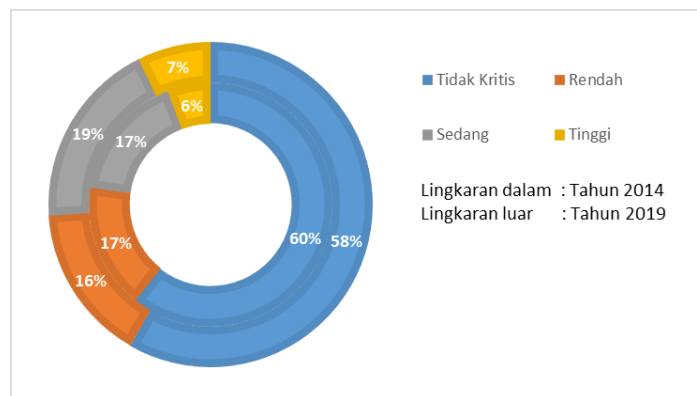
**Gambar 3.** Peta Permukiman Kumuh Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 2015 (Kiri) dan 2019 (Kanan)

Berdasarkan kedua scatter plot pada Gambar 7 terlihat bahwa antara indeks vegetasi dan suhu permukaan lahan memiliki hubungan negatif atau berbanding terbalik yang terlihat dari arah garis pada grafik tersebut. Sumbu X adalah nilai indeks vegetasi, sedangkan sumbu Y adalah nilai suhu permukaan lahan. Semakin tinggi nilai suhu permukaan lahan maka semakin rendah nilai indeks vegetasinya. Pola persebaran yang diperoleh antara dua parameter tersebut juga menandakan bahwa keduanya memiliki hubungan yang erat. Pola titik yang mengelompok menunjukkan variasi rentang nilai indeks kekritisan lingkungan yang berdekatan dengan empat kelas, yaitu tidak kritis, rendah, sedang, dan tinggi. Grafik *scatter plot* pada tahun 2014 dan 2019 memiliki pola yang sama, oleh karena itu presentase setiap kelas memiliki pembagian yang relatif sama (Gambar 8). Dari kedua data tersebut kelas tidak kritis memiliki luasan paling tinggi yang ditentukan dari nilai rata-rata ECI.





**Gambar 4.** Scatter Plot NDVI dan LST Tahun 2014 (kiri) dan 2019 (kanan)



**Gambar 5.** Persentase Kelas Indeks Kekritisn Lingkungan Tahun 2014 dan 2019

Perubahan secara persentase dapat dilihat pada Gambar 8 yang menunjukkan perubahan indeks kekritisn lingkungan berdasarkan luasan area. Kelas indeks kekritisn lingkunan tidak kritis tahun 2014 adalah 60% dari total area kajian dan berubah menjadi 58% di tahun 2019. Kelas kekritisn rendah mengalami penurunan dari 17% di tahun 2014 menjadi 16% di tahun 2019. Kelas kekritisn sedang mengalami peningkatan dari 17% di tahun 2014 menjadi 19% di tahun 2019. Kelas kekritisn tinggi mengalami peningkatan dari 6% di tahun 2014 menjadi 7% di tahun 2019. Apabila disimpulkan maka, kelas kekritisn tidak kritis dan rendah mengalami penurunan, sedangkan kelas kekritisn sedang dan tinggi mengalami peningkatan. Angka ini sesuai dengan sebaran perubahan indeks kekritisn lingkungan yang menunjukkan bahwa kelas kekritisn sedang dan tinggi mengalami peningkatan.

Hasil penelitian yang dapat dilihat pada Peta Indeks Kekritisian Lingkungan Kota Yogyakarta dan Sekitarnya Tahun 2019 menunjukkan adanya peningkatan indeks kekritisian lingkungan. Berdasarkan persebarannya pola indeks kekritisian lingkungan tahun 2019 mirip dengan tahun 2014, yaitu kelas kekritisian sedang dan tinggi mengelompok berada di pusat kota, kelas kekritisian rendah menyebar secara merata di area kajian, sedangkan kelas tidak kritis berada di area rural yang berjauhan dengan pusat kota.

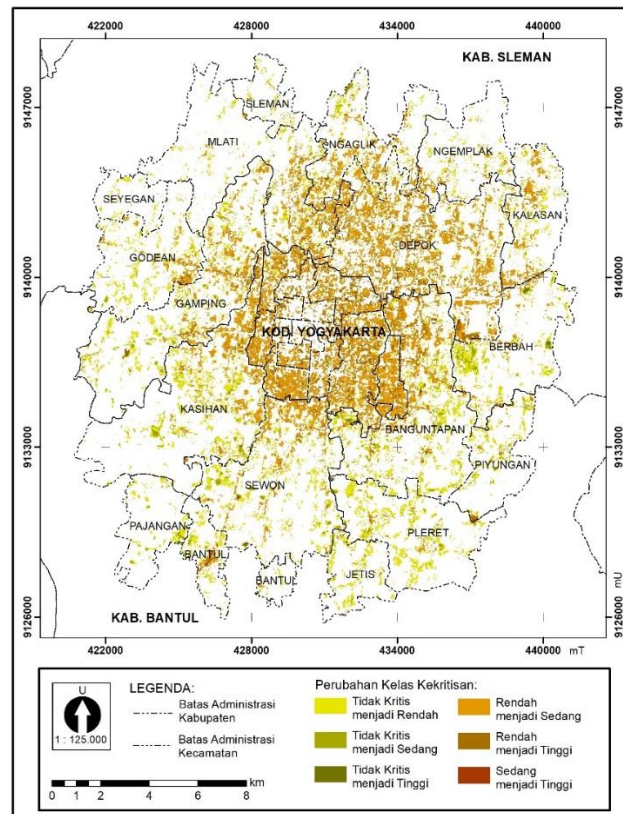
Secara spasial terlihat bahwa adanya perubahan di hampir seluruh area kajian. Gambar 9 merupakan peta yang memperlihatkan area mana saja yang mengalami peningkatan indeks kekritisian lingkungan. Berdasarkan peta tersebut terlihat bahwa terdapat perubahan dari kelas tidak kritis menjadi kritis rendah, sedang, dan tinggi. Perubahan dari kelas kritis rendah menjadi kritis sedang dan tinggi. Perubahan dari kelas kritis sedang menjadi kritis tinggi.

Peta tersebut juga menunjukkan bahwa perubahan paling signifikan terjadi di area perkotaan (Kota Yogyakarta), rural area, dan cenderung ke arah utara (Kabupaten Sleman) dengan pola mengelompok. Perubahan yang mendominasi area-area tersebut adalah menjadi kelas kritis sedang hingga tinggi. Hal ini terjadi karena di area perkotaan pembangunan terjadi lebih cepat dibandingkan daerah perdesaan. Kabupaten Sleman yang berbatasan langsung dengan Kota Yogyakarta juga menerima dampak dari urbanisasi, sehingga perubahan yang signifikan juga terjadi di sana. Area rural yang semakin jauh dari pusat kota juga mengalami peningkatan indeks kekritisian lingkungan, tetapi dengan pola yang lebih menyebar dan tidak sebanyak area perkotaan. Semakin jauh dari pusat kota perubahannya semakin sedikit dan sebaliknya.

Arah perubahan indeks kekritisian lingkungan yang cenderung mengarah ke utara disebabkan oleh beberapa variabel yang merupakan kondisi eksisting yang ada di daerah tersebut. Contohnya adalah keberadaan pusat-pusat kegiatan masyarakat, seperti di Kecamatan Depok terdapat lebih dari 6 perguruan tinggi dan lebih dari 4 pusat perbelanjaan besar. Keberadaan fasilitas-fasilitas ini memicu semakin bertambahnya aktifitas lain yang mengarah pada pembangunan fisik suatu daerah. Dengan adanya pembangunan tersebut, maka akan



mempengaruhi ketersediaan lahan yang semakin terbatas. Akibatnya lahan kosong dan area tutupan vegetasi akan menjadi tutupan lahan terbangun yang menyebabkan meningkatnya indeks kekritisan lingkungan.



**Gambar 6.** Perubahan Indeks Kekritisan Lingkungan Tahun 2014 dan 2019

Persebaran permukiman kumuh Kota Yogyakarta tahun 2015 dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan persebaran permukiman kumuh Kota Yogyakarta tahun 2019 dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan kedua peta tersebut sebagian besar keberadaan permukiman kumuh berada di sepanjang sungai yang mengalir di Kota Yogyakarta, seperti sungai winongo, sungai code, dan sungai gadjah wong. Permukiman kumuh tersebut menyebar di sepanjang sungai dari pusat kota hingga ke wilayah pinggiran. Perubahan yang diperoleh pada penelitian ini tidak terlalu signifikan karena pembaruan data hanya dilakukan secara fisik dengan parameter yang dapat dilihat melalui citra penginderaan jauh.

Hubungan antara permukiman kumuh dengan indeks kekritisan lingkungan dapat dilihat menggunakan analisis *overlay*. Gambar 11 (Peta Persebaran

Permukiman Kumuh Berdasarkan Indeks Kekritisian Lingkungan Kota Yogyakarta) menunjukkan persebaran permukiman kumuh dengan gradasi warna yang memperlihatkan kelas indeks kekritisian lingkungan. Berdasarkan peta tersebut terlihat bahwa hampir sebagian besar permukiman kumuh termasuk ke dalam kelas kekritisian sedang dan tinggi. Hanya terdapat beberapa blok permukiman saja yang termasuk ke dalam kelas kekritisian tidak kritis dan rendah. Hal tersebut sesuai dengan kondisi eksisting tutupan lahan di lapangan bahwa sempitnya lahan pada permukiman kumuh membuat tingkat kepadatan bangunan menjadi tinggi sehingga menyebabkan kurangnya ruang kosong untuk vegetasi maupun objek yang bukan termasuk lahan terbangun.

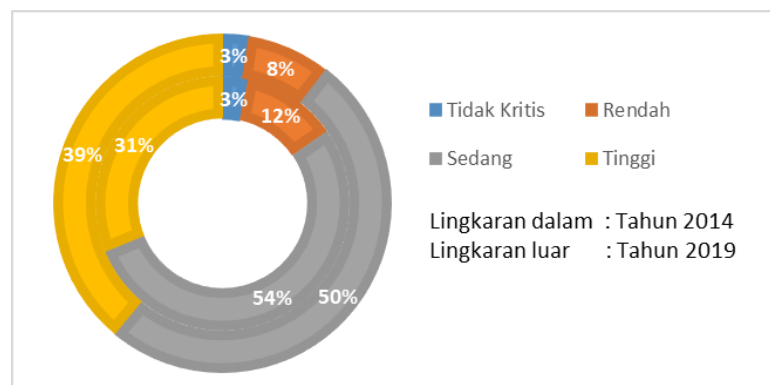
Berdasarkan perhitungan statistik, dapat diketahui bahwa Kecamatan Gondomanan dan Kecamatan Jetis merupakan wilayah yang memiliki permukiman kumuh dengan kelas indeks kekritisian lingkungan tinggi paling luas, yaitu 11,53 ha dan 11,31 ha dibandingkan kecamatan lainnya. Sementara itu wilayah permukiman kumuh dengan kelas indeks kekritisian lingkungan sedang paling luas berada di Kecamatan Umbulharjo, yaitu 44,97 ha.

Apabila dilihat secara spasial, keberadaan lokasi tiga kecamatan tersebut berkaitan dengan arah pertumbuhan Kota Yogyakarta secara fisik. Kecamatan Gondomanan berada di tengah kota yang merupakan pusat kegiatan aktivitas masyarakat, sedangkan Kecamatan Jetis berada di bagian utara yang merupakan arah pertumbuhan Kota Yogyakarta. Kecamatan Umbulharjo berada di bagian selatan kota yang tetap mengalami pertumbuhan kota, tetapi tidak sekuat bagian utara. Kondisi persebaran permukiman kumuh berdasarkan indeks kekritisian lingkungan pada tahun 2019 tidak terlalu banyak berubah dibandingkan tahun sebelumnya, hanya terdapat beberapa perubahan presentase luasan.

Persentase antara kelas indeks kekritisian lingkungan dengan permukiman kumuh tahun 2014 dan 2019 dapat dilihat pada Gambar 10. Bagian dalam merupakan persentase tahun 2014 dan bagian luar merupakan persentase tahun 2019. Berdasarkan data tersebut, hanya 3% dari total permukiman kumuh yang termasuk ke dalam kelas kekritisian tidak kritis. Sedangkan, sebesar 97% permukiman kumuh termasuk dalam area lingkungan kritis. Rincian dari setiap

kelas adalah 12% termasuk kelas kekritisasi rendah, 54% kelas kekritisasi sedang dan 31% kelas kekritisasi tinggi. Tidak jauh berbeda dengan tahun 2014, persentase tahun 2019 juga menunjukkan 97% permukiman kumuh termasuk ke dalam area lingkungan kritis. Tetapi, terdapat perbedaan luasan di setiap kelasnya. Rincian dair setiap kelas adalah 8% termasuk ke dalam kelas kekritisasi rendah, 50% kelas kekritisasi sedang dan 39% kelas kekritisasi tinggi.

Hubungan ini menunjukkan bahwa keberadaan permukiman kumuh memiliki hubungan yang erat dengan indeks kekritisasi lingkungan. Hampir setiap blok permukiman kumuh termasuk ke dalam lingkungan yang kritis. Pertumbuhan kota yang begitu cepat memang memberikan pengaruh yang baik, tetapi hal yang harus diperhatikan adalah persoalan mengenai kualitas lingkungan.



**Gambar 7.** Persentase Perubahan Luas Permukiman Kumuh Berdasarkan Indeks Kekritisasi Lingkungan

Penilaian hubungan antara permukiman kumuh dengan indeks kekritisasi lingkungan dilakukan menggunakan analisis statistik regresi linear sederhana. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa jauh hubungan diantara keduanya dan apakah indeks kekritisasi lingkungan dapat didekati oleh keberadaan permukiman kumuh. Hasil analisis statistik regresi dapat dilihat pada Tabel berikut.

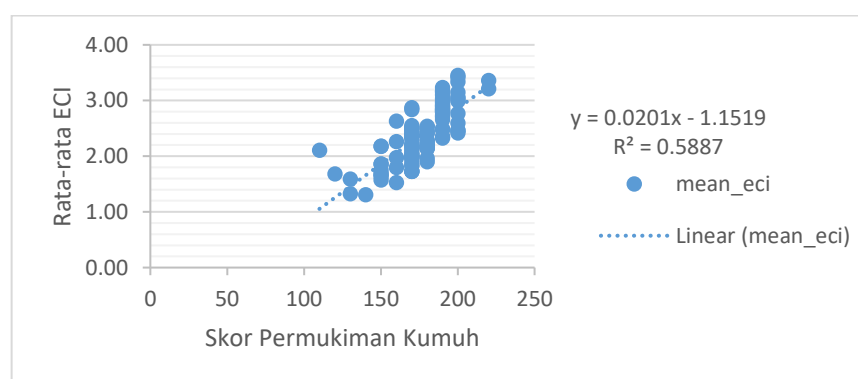
**Tabel 3.** Hasil Analisis Statistik Regresi Linear Sederhana Permukiman Kumuh dengan ECI Tahun 2014

<i>Statistik Regresi</i>	
<i>Multiple R</i>	0,767
<i>R Square</i>	0,589

Adjusted R Square	0,585
Standard Error	0,325
Observations	100

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	-1,152	0,300	-3,843	2,16E-04	1,747	-0,557	-1,747	-0,557
Permukiman Kumuh	0,020	0,002	11,844	1,29E-20	0,017	0,023	0,017	0,023

Nilai *multiple R* yang diperoleh adalah 0,767 atau 76,7% yang menandakan hubungan kuat antara keduanya. Nilai *R square* menunjukkan seberapa besar ECI dapat digambarkan oleh keberadaan permukiman kumuh. Nilai yang diperoleh adalah 0,589 yang berarti ECI dapat dijelaskan sebesar 58,9% oleh keberadaan permukiman kumuh, sementara sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Nilai *p-value* yang diperoleh adalah  $1,29 \times 10^{-20}$  yang berarti lebih kecil dari nilai 0,05, sehingga menjadi acuan untuk menolak  $H_0$  (hipotesis nihil) dan menerima  $H_a$  (hipotesis alternatif) pada tingkat signifikansi 5%. Penerimaan  $H_a$  menyatakan adanya hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain, yaitu antara ECI dengan permukiman kumuh. Grafik analisis regresi dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 10.** Korelasi Regresi Sederhana Permukiman Kumuh dengan Indeks Kekritisan Lingkungan Tahun 2014

Berdasarkan grafik pada Gambar 10 terlihat bahwa rumus regresi yang dihasilkan adalah  $y = 0,0201x - 1,1519$ . Nilai ini menunjukkan konstanta a

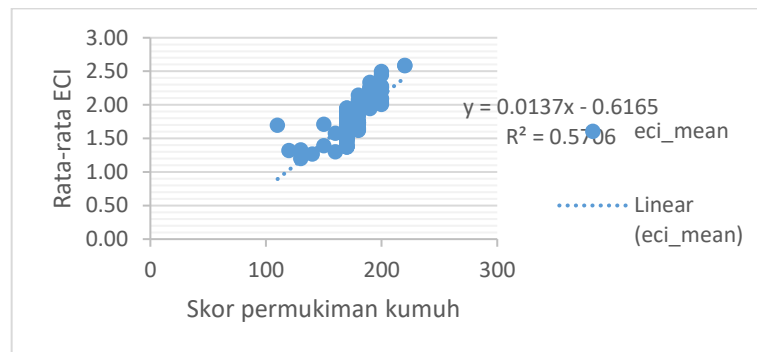
bernilai -1,15 yang berarti ketika nilai permukiman kumuh 0 maka nilai ECI adalah -1,15. Tetapi, nilai permukiman kumuh tidak mungkin 0 karena setiap kondisi memiliki bobot pada parameternya dan nilai ECI juga tidak mungkin 0. Koefisien regresi  $b$  bernilai 0,0201 berarti ECI dengan permukiman kumuh memiliki hubungan positif berbanding lurus. Ketika nilai permukiman kumuh semakin besaar, maka nilai ECI juga semakin meningkat. Selain itu, arah garis linear pada grafik regresi menunjukkan arah positif.

**Tabel 4.** Hasil Analisis Statistik Regresi Linear Sederhana Permukiman Kumuh dengan ECI Tahun 2019

<b>Statistik Regresi</b>	
Multiple R	0,755
R Square	0,571
Adjusted R Square	0,566
Standard Error	0,204
Observations	100

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	-0,6165	0,2123	-2,904	0,004551	-1,038	-0,195	-1,038	-0,195
Permukiman Kumuh	0,0137	0,0012	11,413	1,08E-19	0,011	0,016	0,011	0,016

Nilai *multiple R* yang diperoleh adalah 0,755 atau 75,5% yang menandakan hubungan kuat antara keduanya. Nilai *R square* menunjukkan seberapa besar ECI dapat digambarkan oleh keberadaan permukiman kumuh. Nilai yang diperoleh adalah 0,571 yang berarti ECI dapat dijelaskan sebesar 57,1% oleh keberadaan permukiman kumuh, sementara sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Nilai *p-value* yang diperoleh adalah  $1,08 \times 10^{-19}$  yang berarti lebih kecil dari nilai 0,05, sehingga menjadi acuan untuk menolak  $H_0$  (hipotesis nihil) dan menerima  $H_a$  (hipotesis alternatif) pada tingkat signifikansi 5%. Penerimaan  $H_a$  menyatakan adanya hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain, yaitu antara ECI dengan permukiman kumuh. Grafik analisis regresi dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 11.** Korelasi Regresi Sederhana Permukiman Kumuh dengan Indeks Kekritisn Lingkungan Tahun 2019

Berdasarkan grafik pada Gambar 11 terlihat bahwa rumus regresi yang dihasilkan adalah  $y = 0,0137x - 0,6165$ . Nilai ini menunjukkan konstanta  $a$  bernilai  $-0,0615$  yang berarti ketika nilai permukiman kumuh 0 maka nilai ECI adalah  $-0,0615$ . Tetapi, nilai permukiman kumuh tidak mungkin 0 karena setiap kondisi memiliki bobot pada parameternya dan nilai ECI juga tidak mungkin 0. Koefisien regresi  $b$  bernilai  $0,0137$  yang berarti ECI dengan permukiman kumuh memiliki hubungan positif berbanding lurus. Ketika nilai permukiman kumuh semakin besaar, maka nilai ECI juga semakin meningkat. Selain itu, arah garis linear pada grafik regresi menunjukkan arah positif.

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

1. Persebaran indeks kekritisn lingkungan di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya mengikuti tutupan lahan terbangun yang menyebabkan tingginya suhu permukaan lahan dan rendahnya indeks vegetasi. Semakin padat lahan terbangun dan rendahnya vegetasi, maka indeks kekritisn lingkungannya semakin tinggi. Kondisi ECI mengalami peningkatan yang dilihat dari tahun 2014 dan 2019. Tahun 2014 menunjukkan klasifikasi indeks kekritisn lingkungan didominasi oleh kelas kekritisn tidak kritis dengan persentase 60%, sedangkan tahun 2019 menunjukkan penurunan luas pada kelas kekritisn tidak kritis menjadi 58%. Area yang tergolong lingkungan kritis meningkat dari 40% menjadi 42%. Persebaran klasifikasi

indeks kekritisian lingkungan mengikuti pola pertumbuhan Kota Yogyakarta. Bagian Utara mengalami dampak pertumbuhan yang lebih kuat dibandingkan Bagian Selatan.

2. Hampir sebagian permukiman kumuh di Kota Yogyakarta termasuk ke dalam area lingkungan kritis dengan persentase 97%. Hanya 3% dari total permukiman kumuh yang termasuk ke dalam area tidak kritis. Dari 97% tersebut 85 – 89% adalah area dengan klasifikasi indeks kekritisian lingkungan sedang dan tinggi. Analisis regresi linear menunjukkan hubungan antara ECI dengan permukiman kumuh tergolong kuat dengan nilai *Multiple R* 0,755 dan 0,767, sedangkan nilai *R square* menunjukkan bahwa ECI dapat digambarkan sebesar 57 – 59 % oleh keberadaan permukiman kumuh.

#### **4.2 Saran**

1. Nilai indeks kekritisian lingkungan yang tinggi sangat dipengaruhi oleh tutupan lahan terbangun dan keberadaan vegetasi, sehingga untuk dapat menurunkannya dapat dilakukan dengan menyediakan ruang terbuka hijau.
2. Hubungan keeratan antara indeks kekritisian lingkungan dengan keberadaan permukiman kumuh tergolong kuat, tetapi yang dapat digambarkan hanya sebesar 57 – 59 %. Oleh karena itu untuk mengidentifikasi indeks kekritisian lingkungan sebaiknya menambahkan variabel lain yang mempengaruhi ECI.
3. Permasalahan peningkatan indeks kekritisian lingkungan di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya dapat dikurangi dengan melakukan pemerataan pembangunan. Pertumbuhan fisik tidak hanya dilakukan di daerah perkotaan saja atau yang berbatasan langsung, melainkan dimulai dari daerah rural atau perdesaan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Alavipanah, S.K. et. al. (2010). Criteria of Selecting Satellite Data for Studying Land Resources. *Journal Dessert*, vol. 15, no. 2, pp.83 – 102, dari: International Desert Research Center, University of Tehran. (Document ID: 10.22059/jdesert.2011.23005).

- Anonim. (2011). Dokumen NSPM dalam Pembangunan Perumahan bagi Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) Formal di Kawasan Kumuh. *Dokumen Pemerintah*. Yogyakarta: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral.
- Badan Pusat Statistika Kota Yogyakarta. (2019). *Kota Yogyakarta Dalam Angka*. [online], dari: <https://yogyakarta.bps.go.id/>
- Burgest, Ernest. 2005 (1925). *Growth of The City: An Introduction to A Research Project. In The Urban Sociology Reader*. Lin, Jan and Christoper Mele (ed). London: Routledge.
- Danoedoro, Projo. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Faridah, Sri dan Krisbianto, Agus. (2014). Analisis Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Gunung Lamongan Tiris-Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Berkala Fisika*, vol. 17, no. 2, pp. 67 – 72. ISSN: 1410 – 9662.
- Fawzi, N. I. dan Jatmiko, R. H. (2018). *Penginderaan Jauh Sistem Termal dan Aplikasinya*. Penerbit Ombak: Yogyakarta.
- United States Department of Agriculture, Forest Inventory and Analysis. (2005). *Field Guide: Crown Measurements and Sampling*. [online], dari: [www.fia.fs.fed.us](http://www.fia.fs.fed.us)
- Huriati, Noni. (2008). Perkembangan Daerah Pinggiran Kota Yogyakarta Tahun 1992-2006. *Skripsi*. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Departemen Geografi Universitas Indonesia.
- Jatmiko, Retnadi H. (2016). Penggunaan Citra Saluran Inframerah Termal untuk Studi Perubahan Liputan Lahan dan Suhu Sebagai Indikator Perubahan Iklim Perkotaan di Yogyakarta. *Disertasi*. Yogyakarta: Pascasarjana Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Jiménez-Muñoz, J.-C. & J. Sabrino. (2008). Split-Window Coefficients for Land Surface Temperature Retrieval form Low-Resolution Thermal Infrared Sensor. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letter*, vol. 5, no. 4, pp.806-809. (Document ID:10.1109/LGRS.2008.2001636).
- Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 52/Kpts-II/2001 tentang Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Latif, M.S. (2014). Land Surface Temperature Retrival of Landsat 8 Data Using Split Window Algorithm- A Case Studi of Ranchi District. *International Journal Engineering Development and Research (IJEDR)*, vol. 2, no. 4, pp.3840 – 3849.
- Lillesand dan Kiefer. (1990). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Gadjah Mada University Press ; Yogyakarta.
- Lo, CP. 1996. *Penginderaan Jauh Terapan*. Terjemahan Bambang Purbawaseso. Judul Asli: *Applied Remote Sensing*. Jakarta: UI Press.
- Congedo, Luca. (2016). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation Release 6.0.1.1. *Technical Report*. Institute of Enviromental Protection and Research (ISPRA), pp.135. (Document ID: 10.13140/RG.2.2.29474.02242/1).



- M. A. Imbroane, C. Melenti dan D. Gorgan. (2007). Mineral Explorations by Landsat Image Ratios. *Ninth International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing (SYNASC 2007)*, Timisoara, pp. 335-340, dari: Dorian Gorgan's Lab, (Document ID: 10.1109/SYNASC.2007.52).
- Ritohardoyo, Su. (2001). Perkembangan Perumahan dan Konversi Lahan di Sekitar Kota Yogyakarta. *Jurnal Vorum Geografi*, vol. 15, no. 1, pp.74 – 89.
- Rajeswari, A dan Mani N. D. (2014). Estimating of Land Surface Temperature of Dingidul District Using Landsat 8 Data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 3 no. 5, pp.122 – 126. (Document ID: 10.15623/ijret.2014.0305025).
- Ranagalage, Manjula, et. al. (2017). An Urban Heat Island Study of The Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, Based on Landsat Data (1997 – 2017). *International Journal of Geo-Information*, vol. 6, pp.1 – 17.
- Sanayake, I.P. et. al. (2013). Remote Sensing Based Analysis of Urban Heat Island with Vegetation Cover in Colombo City, Sri Lanka Using Landsat-7 ETM+ Data. Urban Climate. *Journal of Urban Climate*, vol. 5, pp.19 – 35.
- Sitanggang, Gokmaria. (2010). Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). *Berita Dirgantara*, vol. 11, no. 2, pp.47 – 58.
- Sutanto. 1995 (1986). *Penginderaan Jauh Dasar*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Toyibullah, Yoga. (2016). Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Penyusunan Indeks Kekritisian Lingkungan Berdasarkan Perubahan Penutup Lahan dan Suhu Permukaan Lahan (Studi Kasus di Kota Pasuruan, Jawa Timur). *Thesis*. Yogyakarta: Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman.